

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 7月31日

出願番号  
Application Number:

特願2002-223665

[ST.10/C]:

[JP2002-223665]

出願人  
Applicant(s):

ヤマハ発動機株式会社

REC'D 06 JUN 2003

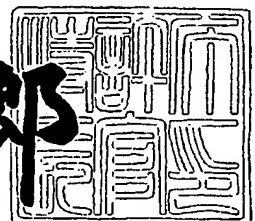
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



Best Available Copy 出証番号 出証特2003-3037217

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY50697JP0

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 45/00  
F02D 41/00

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社  
内

【氏名】 山下 俊彦

【特許出願人】

【識別番号】 000010076

【氏名又は名称】 ヤマハ発動機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9911475

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
【発明の名称】 エンジン制御装置  
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 クランクシャフトの位相を検出するクランクシャフト位相検出手段と、エンジンの吸気管内の吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、少なくとも前記クランクシャフト位相検出手段で検出されたクランクシャフトの位相に基づいてエンジンの行程を検出する行程検出手段と、前記行程検出手段で検出されたエンジンの行程及び前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力に基づいてエンジンの運転状態を制御するエンジン制御手段と、エンジンの回転数を検出するエンジン回転数検出手段とを備え、前記行程検出手段は、前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力の変動から行程を検出すると共に前記エンジン回転数検出手段で検出されたエンジン回転数の変動から行程を検出し、夫々の検出された行程が一致したときに行程検出を完了することを特徴とするエンジン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エンジンを制御するエンジン制御装置に関するものであり、特に燃料を噴射する燃料噴射装置を備えたエンジンの制御に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、インジェクタと呼ばれる燃料噴射装置が普及するにつれて、燃料を噴射するタイミングや噴射燃料量、つまり空燃比などの制御が容易になり、高出力化、低燃費化、排ガスのクリーン化などを促進することができるようになった。このうち、特に燃料を噴射するタイミングについては、厳密には吸気バルブの状態、つまり一般的にはカムシャフトの位相状態を検出し、それに合わせて燃料を噴射するのが一般的である。しかしながら、カムシャフトの位相状態を検出するための所謂カムセンサは高価であり、特に二輪車両などではシリンダヘッドが大型化するなどの問題があって採用できないことが多い。そのため、例えば特開平 10-227252 号公報では、クランクシャフトの位相状態及び吸気圧力を検出

し、それらから気筒の行程状態を検出するエンジン制御装置が提案されている。従って、この従来技術を用いることにより、カムシャフトの位相を検出することなく、行程状態を検出することができるので、その行程状態に合わせて燃料の噴射タイミングなどを制御することが可能となる。

#### 【0003】

また、1サイクル内のエンジン回転数の変動からも行程状態を検出することが可能である。即ち、爆発（膨張）行程では、エンジンの回転数が大きく、排気、吸気、圧縮の順にエンジン回転数が小さくなる。従って、このエンジン回転数の変動と前記クランクシャフトの位相からも行程状態を検出することができる。そして、特開2000-337206号公報に記載されるエンジン制御装置では、エンジンの運転状態に応じて、前記吸気圧力変動による行程検出とエンジン回転数変動による行程検出とを選別し、何れかの手法によって行程を検出するようにしている。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記特開2000-337206号公報に記載されるエンジン制御装置では、エンジンの運転状態全般にわたって最適な行程検出方法を設定するのは困難であるし、場合によっては何れの行程検出方法も最適でないことから、検出された行程の信頼性が低いという問題がある。

#### 【0005】

本発明は前記諸問題を解決すべく開発されたものであり、信頼性の高い行程検出が可能なエンジン制御装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】

上記諸問題を解決するため、本発明のエンジン制御装置は、クランクシャフトの位相を検出するクランクシャフト位相検出手段と、エンジンの吸気管内の吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、少なくとも前記クランクシャフト位相検出手段で検出されたクランクシャフトの位相に基づいてエンジンの行程を検出する行程検出手段と、前記行程検出手段で検出されたエンジンの行程及び前記吸気圧

力検出手段で検出された吸気圧力に基づいてエンジンの運転状態を制御するエンジン制御手段と、エンジンの回転数を検出するエンジン回転数検出手段とを備え、前記行程検出手段は、前記吸気圧力検出手段で検出された吸気圧力の変動から行程を検出すると共に前記エンジン回転数検出手段で検出されたエンジン回転数の変動から行程を検出し、夫々の検出された行程が一致したときに行程検出を完了することを特徴とするものである。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、例えばオートバイ用のエンジン及びその制御装置の一例を示す概略構成である。このエンジン1は、比較的小排気量の単気筒4サイクルエンジンであり、シリンダボディ2、クランクシャフト3、ピストン4、燃焼室5、吸気管6、吸気バルブ7、排気管8、排気バルブ9、点火プラグ10、点火コイル11を備えている。また、吸気管6内には、スロットル開度に応じて開閉されるスロットルバルブ12が設けられ、このスロットルバルブ12の下流側の吸気管6に、燃料噴射装置としてのインジェクタ13が設けられている。このインジェクタ13は、燃料タンク19内に配設されているフィルタ18、燃料ポンプ17、圧力制御バルブ16に接続されている。

【0008】

このエンジン1の運転状態は、エンジンコントロールユニット15によって制御される。そして、このエンジンコントロールユニット15の制御入力、つまりエンジン1の運転状態を検出する手段として、クランクシャフト3の回転角度、つまり位相を検出するためのクランク角度センサ20、シリンダボディ2の温度又は冷却水温度、即ちエンジン本体の温度を検出する冷却水温度センサ21、排気管8内の空燃比を検出する排気空燃比センサ22、吸気管6内の吸気圧力を検出するための吸気圧力センサ24、吸気管6内の温度、即ち吸気温度を検出する吸気温度センサ25が設けられている。そして、前記エンジンコントロールユニット15は、これらのセンサの検出信号を入力し、前記燃料ポンプ17、圧力制御バルブ16、インジェクタ13、点火コイル11に制御信号を出力する。

## 【0009】

ここで、前記クランク角度センサ20から出力されるクランク角度信号の原理について説明する。本実施形態では、図2aに示すように、クランクシャフト3の外周に、略等間隔で複数の歯23を突設し、その接近を磁気センサ等のクランク角度センサ20で検出して、適宜電氣的処理を施してパルス信号を送出する。各歯23間の周方向へのピッチは、クランクシャフト3の位相（回転角度）にして30°であり、各歯23の周方向への幅は、クランクシャフト3の位相（回転角度）にして10°としている。但し、一箇所だけ、このピッチに従っておらず、その他の歯23のピッチに対して二倍のピッチになっている箇所がある。それは、図2aに二点鎖線で示すように、本来、歯のある部分に歯がない、特殊な設定になっており、この部分が不等間隔に相当する。以下、この部分を歯抜け部とも記す。

## 【0010】

従って、クランクシャフト3が等速回転しているときの各歯23のパルス信号列は図2bのように表れる。そして、図2aは圧縮上死点時の状態を示している（排気上死点も形態としては同じである）が、この圧縮上死点時の直前のパルス信号を図示“0”とし、その次のパルス信号を図示“1”、次のパルス信号を図示“2”、といった順で図示“4”までナンバリング（番号付け）する。この図示“4”のパルス信号に相当する歯23の次は歯抜け部なので、それを、あたかも歯が存在すると考えて1歯余分にカウントし、次の歯23のパルス信号には図示“6”とナンバリングする。これを繰り返してゆくと、今度は図示“16”のパルス信号の次に歯抜け部が接近するので、前述と同様に1歯余分にカウントし、次の歯23のパルス信号には図示“18”とナンバリングする。クランクシャフト3が二回転すると、4つの行程のサイクルが全て完了するので、図示“23”までナンバリングが済んだら、次の歯23のパルス信号には再び図示“0”とナンバリングする。原則的に、この図示“0”とナンバリングされた歯23のパルス信号の直後が圧縮上死点になっているはずである。このように、検出されたパルス信号列、又はその単体のパルス信号をクランクパルスと定義する。そして、このクランクパルスに基づいて、後述のようにして行程検出を行うと、クラン

クタイミングを検出することができる。なお、前記歯 23 は、クランクシャフト 3 と同期回転する部材の外周に設けても、全く同じである。

【0011】

一方、前記エンジンコントロールユニット 15 は、図示されないマイクロコンピュータなどによって構成されている。図 3 は、このエンジンコントロールユニット 15 内のマイクロコンピュータで行われるエンジン制御演算処理の実施形態を示すブロック図である。この演算処理では、前記クランク角度信号からエンジン回転数を算出するエンジン回転数算出部 26 と、同じくクランク角度信号及び前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部 26 で算出されたエンジン回転数からクランクタイミング情報、即ち行程状態を検出するクランクタイミング検出部 27 と、前記エンジン回転数算出部 26 で算出されたエンジン回転数を読み込み、前記クランクタイミング検出部 27 に対して行程検出許可情報を出力すると共に、当該クランクタイミング検出部 27 による行程検出情報を取込んで出力する行程検出許可部 29 と、前記クランクタイミング検出部 27 で検出されたクランクタイミング情報を読み込み、前記吸気温度信号及び前記冷却水温度（エンジン温度）信号及び前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部 26 で算出されたエンジン回転数からシリンダ内空気質量（吸入空気量）を算出するシリンダ内空気質量算出部 28 と、前記エンジン回転数算出部 26 で算出されたエンジン回転数及び前記吸気圧力信号から目標空燃比を算出する目標空燃比算出部 33 と、この目標空燃比算出部 33 で算出された目標空燃比及び前記吸気圧力信号及び前記シリンダ内空気質量算出部 28 で算出されたシリンダ内空気質量及び前記行程検出許可部 29 から出力された行程検出情報及び前記冷却水温度信号から燃料噴射量及び燃料噴射時期を算出する燃料噴射量算出部 34 と、前記クランクタイミング検出部 27 で検出されたクランクタイミング情報を読み込み、前記燃料噴射量算出部 34 で算出された燃料噴射量及び燃料噴射時期に応じた噴射パルスを実インジェクタ 13 に向けて出力する噴射パルス出力部 30 と、前記エンジン回転数算出部 26 で算出されたエンジン回転数及び前記目標空燃比算出部 33 で設定された目標空燃比及び前記行程検出許可部 29 から出力された行程検出情報から点火時期を算出する点火時期算出部 31 と、前記クランクタイミング検出部 27



で検出されたクランクタイミング情報を読み込み、前記点火時期算出部 3 1 で設定された点火時期に応じた点火パルスの前記点火コイル 1 1 に向けて出力する点火パルス出力部 3 2 とを備えて構成される。

#### 【0012】

前記エンジン回転数算出部 2 6 は、前記クランク角度信号の時間変化率から、エンジンの出力軸であるクランクシャフトの回転速度をエンジン回転数として算出する。具体的には、前記隣合う歯 2 3 間の位相を、対応するクランクパルス検出所要時間で除したエンジン回転数の瞬間値と、その移動平均値からなるエンジン回転数の平均値とを算出する。

#### 【0013】

前記行程検出許可部 2 9 は、図 4 に示す演算処理に従って、前記クランクタイミング検出部 2 7 に対する行程検出許可情報を出力する。前述のように、前記クランクパルスから行程を検出するには、最低、クランクシャフト二回転を要する。この間、前記歯抜け部を含むクランクパルスが安定していることが必要である。しかしながら、本実施形態は、比較的小排気量、単気筒のエンジンでは、始動時の、所謂クランキング時には、エンジンの回転状態が安定しない。そこで、図 4 の演算処理によってエンジンの回転状態の判定を行い、行程検出を許可する。

#### 【0014】

この図 4 の演算処理は、例えば前記クランクパルスの入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

この演算処理では、まずステップ S 1 1 で、前記エンジン回転数算出部 2 6 で算出された上死点及び下死点の瞬時エンジン回転数を読み込む。

#### 【0015】

次にステップ S 1 2 に移行して、前記ステップ S 1 1 で読込んだ下死点での瞬時エンジン回転数と上死点での瞬時エンジン回転数との差が、初爆時相当の予め設定された初爆検出所定回転数以上であるか否かを判定し、当該瞬時エンジン回

転数差が初爆検出所定回転数以上である場合にはステップ S 1 3 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 4 に移行する。

【 0 0 1 6 】

前記ステップ S 1 3 では、初爆検出を出力してから前記ステップ S 1 4 に移行する。

前記ステップ S 1 4 では、前記エンジン回転数算出部 2 6 で算出されたエンジン回転数の平均値を読み込む。

次にステップ S 1 5 に移行して、前記ステップ S 1 4 で読み込んだエンジン回転数の平均値が、完爆時相当の予め設定された完爆検出所定回転数以上であるか否かを判定し、当該エンジン回転数の平均値が完爆検出所定回転数以上である場合にはステップ S 1 6 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 7 に移行する。

【 0 0 1 7 】

前記ステップ S 1 6 では、完爆検出を出力してから前記ステップ S 1 7 に移行する。

ステップ S 1 7 では、前記ステップ S 1 3 での初爆検出出力があったか否か、或いは前記ステップ S 1 6 での完爆検出出力があったか否かを判定し、初爆検出出力又は完爆検出出力があった場合にはステップ S 1 8 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 9 に移行する。

【 0 0 1 8 】

前記ステップ S 1 8 では、行程検出を許可する旨の情報を出力してからメインプログラムに復帰する。

また、前記ステップ S 1 9 では、行程検出を許可しない旨の情報を出力してからメインプログラムに復帰する。

この演算処理によれば、エンジンの状態が初爆後であるか、又はエンジン回転数の平均値が完爆時相当の回転数以上となってから行程検出が許可されるので、クランクパルスが安定し、正確な行程検出が可能となる。

【 0 0 1 9 】

前記クランクタイミング検出部 2 7 は、前述した特開平 1 0 - 2 2 7 2 5 2 号公報に記載される行程判別装置と同様に吸気圧力変動から行程を検出すると共に

エンジン回転数変動からも行程を検出し、その行程状態に関する情報をクランクタイミング情報として出力する。ここで、吸気圧力変動から行程を検出する原理について説明する。即ち、4ストロークエンジンにおいて、クランクシャフトとカムシャフトとは所定の位相差で常時回転し続けているから、例えば図5に示すようにクランクパルスが読込まれているとき、前述した歯抜け部から四番目の図示“9”又は“21”のクランクパルスは排気行程か又は圧縮行程の何れかである。周知のように、排気行程では排気バルブが開き、吸気バルブが閉じているので吸気圧力が高く、圧縮行程の初期は、未だ吸気バルブが開いているために吸気圧力が低く、若しくは吸気バルブが閉じていても、先行する吸気行程で吸気圧力が低くなっている。従って、吸気圧力が低いときの図示“21”のクランクパルスは圧縮行程にあることを示しており、図示“0”のクランクパルスが得られた直後が圧縮上死点になる。具体的には、二つの下死点間の吸気圧力差が負値の所定値以下ならば現在の下死点は吸気行程後の下死点であり、吸気圧力差が正值の所定値以上ならば現在の下死点は排気行程前の下死点である。このようにして、何れかの行程状態が検出できたら、この行程の間を、クランクシャフトの回転速度で補間すれば、現在の行程状態を更に細かく検出することができる。

#### 【0020】

同様に、エンジン回転数の瞬間値に着目すると、吸気、圧縮、膨張（爆発）、排気行程のうち、膨張行程が最もエンジン回転数が大きく、排気、吸気、圧縮行程の順にエンジン回転数が小さくなる。このエンジン回転数の変動と前記クランクパルスによるクランクシャフトの位相とを組合わせれば、吸気圧力差と同様に行程を検出することができる。具体的には、上死点と下死点とのエンジン回転数差が負値の所定値以下ならば現在の下死点は吸気行程後の下死点であり、上死点と下死点とのエンジン回転数差が正值の所定値以上ならば現在の下死点は排気行程前の下死点である。

#### 【0021】

そこで、前記クランクタイミング検出部27では、図6に示す運転モード設定並びに行程検出のための演算処理を行う。この図6の演算処理は、例えば前記クランクパルスの入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは

、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

#### 【 0 0 2 2 】

この演算処理では、まずステップ S 1 0 1 で、設定されている運転モードが “ 4 ” であるか否かを判定し、運転モードが “ 4 ” である場合にはメインプログラムに復帰し、そうでない場合にはステップ S 1 0 2 に移行する。

前記ステップ S 1 0 2 では、設定されている運転モードが “ 3 ” であるか否かを判定し、運転モードが “ 3 ” である場合にはステップ S 1 1 4 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 0 4 に移行する。

#### 【 0 0 2 3 】

前記ステップ S 1 0 4 では、設定されている運転モードが “ 2 ” であるか否かを判定し、運転モードが “ 2 ” である場合にはステップ S 1 0 5 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 0 6 に移行する。

前記ステップ S 1 0 6 では、設定されている運転モードが “ 1 ” であるか否かを判定し、運転モードが “ 1 ” である場合にはステップ S 1 0 7 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 0 8 に移行する。

#### 【 0 0 2 4 】

前記ステップ S 1 0 8 では、運転モードを “ 0 ” に設定してからステップ S 1 0 9 に移行する。

前記ステップ S 1 0 9 では、所定時間内に所定値以上のクランクパルスを検出したか否かを判定し、所定時間内に所定値以上のクランクパルスを検出した場合にはステップ S 1 1 0 に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

#### 【 0 0 2 5 】

前記ステップ S 1 1 0 では、運転モードを “ 1 ” に設定してから前記ステップ S 1 0 7 に移行する。

前記ステップ S 1 0 7 では、前述した歯抜け部が検出されたか否かを判定し、歯抜け部が検出された場合にはステップ S 1 1 1 に移行し、そうでない場合には

メインプログラムに復帰する。歯抜け部の判定については、前のクランクパルス幅を $T_1$ 、クランクパルスのオフ部の幅を $T_2$ 、次のクランクパルス幅を $T_3$ （何れも時間相当）としたとき、前記オフ部の幅 $T_2$ を前のクランクパルス幅 $T_1$ と次のクランクパルス幅 $T_3$ との平均値で除した値が所定値 $\alpha$ より大きいときに歯抜け部であると判定する。

#### 【0026】

前記ステップS111では、運転モードを“2”に設定してから前記ステップS105に移行する。

前記ステップS105では、歯抜け部を二度連続して検出したか否かを判定し、歯抜け部を二度連続して検出した場合にはステップS112に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

#### 【0027】

前記ステップS112では、エンジンの初爆又は完爆を検出したか否かを判定し、初爆又は完爆を検出した場合にはステップS113に移行し、そうでない場合にはメインプログラムに復帰する。

前記ステップS113では、運転モードを“3”に設定してから前記ステップS114に移行する。

#### 【0028】

前記ステップS114では、前記クランクパルスの状態から、現在、下死点か否かを判定し、下死点である場合にはステップS115に移行し、そうでない場合にはステップS116に移行する。

前記ステップS115では、前回上死点とのエンジン回転数差 $\Delta N$ を算出してからステップS117に移行する。なお、エンジン回転数差 $\Delta N$ は現在のエンジン回転数から前回上死点のエンジン回転数を減じた値とする。

#### 【0029】

前記ステップS117では、前記ステップS115で算出されたエンジン回転数差 $\Delta N$ が予め設定された正值の排気行程前エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{EX}$ 以上であるか否かを判定し、当該エンジン回転数差 $\Delta N$ が排気行程前エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{EX}$ 以上である場合にはステップS118に移行し、そうでない場合には

ステップ S 1 1 9 に移行する。

【0030】

前記ステップ S 1 1 9 では、前記ステップ S 1 1 5 で算出されたエンジン回転数差  $\Delta N$  が予め設定された負値の吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{IN}$  以下であるか否かを判定し、当該エンジン回転数差  $\Delta N$  が吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{IN}$  以下である場合には前記ステップ S 1 1 8 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 2 0 に移行する。

【0031】

前記ステップ S 1 1 8 では、前述のようにしてエンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出を行ってからステップ S 1 2 1 に移行する。

前記ステップ S 1 2 1 では、行程が検出されるまでの間、仮に設定した行程と前記ステップ S 1 1 8 で検出された行程とが一致するか否かを判定し、仮の行程と検出された行程とが一致する場合にはステップ S 1 2 2 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 2 3 に移行する。

【0032】

前記ステップ S 1 2 2 では、エンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  を “1” にセットしてからステップ S 1 2 4 に移行する。

前記ステップ S 1 2 3 では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  を “2” にセットしてから前記ステップ S 1 2 4 に移行する。

前記ステップ S 1 2 4 では、エンジン回転数差行程検出カウンタ  $CNT_N$  をインクリメントしてからステップ S 1 2 5 に移行する。

【0033】

前記ステップ S 1 2 5 では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  が “1” にセットされ且つ前記エンジン回転数差行程検出カウンタ  $CNT_N$  が予め設定された所定値  $CNT_{N0}$  以上であるか否かを判定し、当該エンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  が “1” にセットされ且つエンジン回転数差行程検出カウンタ  $CNT_N$  が所定値  $CNT_{N0}$  以上である場合にはステップ S 1 2 6 に移行し、そうでない場合には前記ステップ S 1 1 6 に移行する。

【0034】

前記ステップ S 1 2 6 では、エンジン回転数差による仮の行程検出が完了したものとし、前記ステップ S 1 1 6 に移行する。

一方、前記ステップ S 1 2 0 では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  を“0”にリセットしてからステップ S 1 2 7 に移行する。

前記ステップ S 1 2 7 では、前記エンジン回転数差行程検出カウンタ  $CNT_N$  を“0”にクリアしてから前記ステップ S 1 1 6 に移行する。

#### 【0035】

前記ステップ S 1 1 6 では、前記クランクパルスの状態から、現在、下死点か否かを判定し、下死点である場合にはステップ S 1 2 8 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 2 9 に移行する。

前記ステップ S 1 2 8 では、前回下死点との吸気圧力差  $\Delta P$  を算出してからステップ S 1 3 0 に移行する。なお、吸気圧力差  $\Delta P$  は、現在の吸気圧力から前回下死点の吸気圧力を減じた値とする。

#### 【0036】

前記ステップ S 1 3 0 では、前記ステップ S 1 2 8 で算出された吸気圧力差  $\Delta P$  が予め設定された正值の排気行程前吸気圧力差閾値  $\Delta P_{EX}$  以上であるか否かを判定し、当該吸気圧力差  $\Delta P$  が排気行程前吸気圧力差閾値  $\Delta P_{EX}$  以上である場合にはステップ S 1 3 1 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 3 2 に移行する。

#### 【0037】

前記ステップ S 1 3 2 では、前記ステップ S 1 2 8 で算出された吸気圧力差  $\Delta P$  が予め設定された負値の吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_{IN}$  以下であるか否かを判定し、当該吸気圧力差  $\Delta P$  が吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_{IN}$  以下である場合には前記ステップ S 1 3 1 に移行し、そうでない場合にはステップ S 1 3 3 に移行する。

#### 【0038】

前記ステップ S 1 3 1 では、前述のようにして吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出を行ってからステップ S 1 3 4 に移行する。

前記ステップ S 1 3 4 では、行程が検出されるまでの間、仮に設定した行程と

前記ステップS131で検出された行程とが一致するか否かを判定し、仮の行程と検出された行程とが一致する場合にはステップS135に移行し、そうでない場合にはステップS136に移行する。

## 【0039】

前記ステップS135では、吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ を“1”にセットしてからステップS137に移行する。

前記ステップS136では、前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ を“2”にセットしてから前記ステップS137に移行する。

前記ステップS137では、吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_P$ をインクリメントしてからステップS138に移行する。

## 【0040】

前記ステップS138では、前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ が“1”にセットされ且つ前記吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_P$ が予め設定された所定値 $CNT_{P0}$ 以上であるか否かを判定し、当該吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ が“1”にセットされ且つ吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_P$ が所定値 $CNT_{P0}$ 以上である場合にはステップS139に移行し、そうでない場合には前記ステップS129に移行する。

## 【0041】

前記ステップS139では、吸気圧力差による仮の行程検出が完了したものとし、前記ステップS129に移行する。

一方、前記ステップS133では、前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ を“0”にリセットしてからステップS140に移行する。

前記ステップS140では、前記吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_P$ を“0”にクリアしてから前記ステップS129に移行する。

## 【0042】

前記ステップS129では、前記エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が前記所定値 $CNT_{N0}$ 以上であるか、又は前記吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_P$ が前記所定値 $CNT_{P0}$ 以上であるかの何れかであるか否かを判定し、それらの何れかである場合にはステップS141に移行し、そうでない場合にはメイン



プログラムに復帰する。

【0043】

前記ステップS141では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”にセットされ且つ前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ が“1”にセットされているか否かを判定し、双方のフラグが“1”にセットされている場合にはステップS142に移行し、そうでない場合にはステップS143に移行する。

前記ステップS143では、前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“2”にセットされ且つ前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ が“2”にセットされているか否かを判定し、双方のフラグが“2”にセットされている場合にはステップS144に移行し、そうでない場合にはステップS145に移行する。

【0044】

前記ステップS142では、前述したように行程検出まで仮に設定されていた行程をそのまま真の行程とし、行程検出を完了してからステップS146に移行する。

一方、前記ステップS144では、前記真の行程を $360^\circ$ 位相ずらしして、つまりクランクシャフト一回転分ずらしして真の行程とする、具体的には前述したクランクパルスを“12”変更してから前記ステップS146に移行する。

【0045】

また、前記ステップS145では、フェールカウンタ $CNT_F$ をインクリメントしてからステップS146に移行する。

前記ステップS146では、前記フェールカウンタ $CNT_F$ が予め設定された所定値 $CNT_{F0}$ 以上であるか否かを判定し、当該フェールカウンタ $CNT_F$ が所定値 $CNT_{F0}$ 以上である場合はステップS148に移行し、そうでない場合には前記ステップS146に移行する。

【0046】

前記ステップS146では、前記フェールカウンタ $CNT_F$ を“0”にクリアしてからステップS149に移行する。

前記ステップS149では、前記運転モードを“4”に設定してからメインプログラムに復帰する。

また、前記ステップ S 1 4 8 では、所定のフェールセーフ処理を行ってからプログラムを終了する。このフェールセーフ処理では、例えば気筒毎に点火を次第に間引くとか、各気筒の点火を次第に遅角側に移行するとか、スロットルを、最初は速く、その後、ゆっくりと閉じるなどにより、エンジントルクを漸減することや、或いは異常表示を行うことなどが挙げられる。

#### 【0047】

この演算処理によれば、例えばエンジンの回転始動時に、まずクランクパルスが所定時間内に所定値異常検出された時点で運転モードが“1”となり、次いで歯抜け部が検出された時点で運転モードが“2”となり、次いで歯抜け部が二度連続して検出され且つ前記行程検出許可部 2 9 により初爆又は完爆が検出されて行程検出が許可された時点で運転モードが“3”となる。そして、前述のように上死点と下死点のエンジン回転数差  $\Delta N$  が排気行程前エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{EX}$  以上であるか、或いは吸気行程後エンジン回転数差閾値  $\Delta N_{IN}$  以下であるかを判定してエンジン回転数差による行程検出が行われ、同時に下死点間の吸気圧力差  $\Delta P$  が排気行程前吸気圧力差閾値  $\Delta P_{EX}$  以上であるか、或いは吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_{IN}$  以下であるかを判定して吸気圧力差による行程検出が行われ、何れかの行程検出が所定値  $CNT_{N0}$ 、 $CNT_{P0}$  繰り返され、しかもそれまでの仮の行程と検出された行程とが一致したら、つまり行程検出フラグ  $F_N$ 、 $F_P$  が“1”であったら仮の行程検出が完了したものとする。

#### 【0048】

更に、前記エンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出が所定値  $CNT_{N0}$  以上繰り返されるか、若しくは吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出が所定値  $CNT_{P0}$  以上繰り返され、且つエンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが同じ、つまり前記エンジン回転数差行程検出フラグ  $F_N$  が“1”であり、且つ吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが同じ、つまり前記吸気圧力差行程検出フラグ  $F_P$  が“1”であるときには、仮の行程をそのまま真の行程として行程検出を完了し、運転モードを“4”とする。また、同じく前記エンジン回転数差  $\Delta N$  による行程検出が所定値  $CNT_{N0}$  以上繰り返されるか、若しくは吸気圧力差  $\Delta P$  による行程検出が所定値  $CNT_{P0}$  以上繰

返され、且つエンジン回転数差 $\Delta N$ による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが異なる、つまり前記エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“2”であり、且つ吸気圧力差 $\Delta P$ による行程検出の結果、仮の行程と検出された行程とが異なる、つまり前記吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ が“2”であるときには、仮の行程を $360^\circ$ 位相ずらしして真の行程として行程検出を完了し、運転モードを“4”とする。なお、行程の位相ずらしには、前記クランクパルスのナンバリング変更を合わせて行う。

#### 【0049】

前記シリンダ内空気質量算出部28は、図7に示すように、前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数からシリンダ内空気質量を算出するための三次元マップを備えている。このシリンダ内空気質量の三次元マップは、例えば実際にエンジンを所定の回転数で回転させながら吸気圧力を変化させたときのシリンダ内空気質量を計測するだけでよく、比較的簡単な実験によって計測でき、従ってマップの作成は容易である。また、高度なエンジンシミュレーションがあれば、それを用いてマップを作成することも可能である。なお、シリンダ内空気質量は、エンジンの温度によって変化するので、前記冷却水温度（エンジン温度）信号を用いて補正してもよい。

#### 【0050】

前記目標空燃比算出部33は、図8に示すように、前記吸気圧力信号及び前記エンジン回転数算出部26で算出されたエンジン回転数から目標空燃比を算出するための三次元マップを備えている。この三次元マップは、或る程度まで机上でも設定することができる。空燃比は、一般にトルクと相関があり、空燃比が小さい、つまり燃料が多く且つ空気が少ないと、トルクが増す一方、効率は低下する。逆に、空燃比が大きい、つまり燃料が少なく且つ空気が多いと、トルクが減少するが、効率は向上する。空燃比が小さい状態をリッチ、空燃比が大きい状態をリーンと呼んでおり、最もリーンな状態は、所謂理想空燃比、或いはストイキオメトリックと呼ばれ、ガソリンが完全燃焼する空燃比、即ち14.7である。

#### 【0051】

エンジン回転数は、エンジンの運転状態であり、一般に高回転側で空燃比を大

きくし、低回転側で小さくする。これは、低回転側でトルクの応答性を高め、高回転側で回転状態の応答性を高めるためである。また、吸気圧力は、スロットル開度などのエンジン負荷状態であり、一般にエンジン負荷の大きい状態、つまりスロットル開度が大きく、吸気圧力も大きいときに空燃比を小さくし、エンジン負荷の小さい状態、つまりスロットル開度が小さく、吸気圧力も小さいときに空燃比を大きくする。これは、エンジン負荷が大きいときにトルクを重視し、エンジン負荷が小さいときに効率を重視するためである。

#### 【0052】

このように目標空燃比とは、物理的意味を把握しやすい数値であり、従って要求されるエンジンの出力特性に合わせて、目標空燃比を或る程度設定することが可能なのである。勿論、実車のエンジン出力特性に合わせて、チューニングを行ってもよいことはいうまでもない。

また、この目標空燃比算出部33は、前記吸気圧力信号からエンジンの運転状態の過渡期、具体的には加速状態や減速状態を検出し、それに合わせて目標空燃比を補正する過渡期補正部29を備えている。例えば図9に示すように、吸気圧力は、スロットル操作の結果でもあるから、吸気圧力が大きくなるときは、スロットルが開けられて加速が要求されている、即ち加速状態であることが分かる。そのような加速状態が検出されたら、それに合わせて、例えば前記目標空燃比を一時的にリッチ側に設定し、その後、本来の目標空燃比に戻す。目標空燃比への戻し方は、例えば過渡期でリッチ側に設定された空燃比と、本来の目標空燃比との重み付け平均の重み付け係数を次第に変化させるなど、既存の方法が利用できる。逆に、減速状態を検出したら、本来の目標空燃比よりリーン側に設定し、効率を重視するようにしてもよい。

#### 【0053】

前記燃料噴射量算出部34では、図10に示す演算処理に従って、エンジン始動時並びに通常運転時の燃料噴射量及び燃料噴射時期を算出設定する。この図10の演算処理は、例えば前記クランクパルスを入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に

必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

【0054】

この演算処理では、まずステップS21で、前記行程検出許可部29から出力されている行程検出情報を読込む。

次にステップS22に移行して、前記クランクタイミング検出部27による行程検出が未完了である（運転モード“3”）か否かを判定し、行程検出未完了である場合にはステップS23に移行し、そうでない場合にはステップS24に移行する。

【0055】

前記ステップS23では、燃料噴射回数カウンタnが“0”であるか否かを判定し、当該燃料噴射回数カウンタnが“0”である場合にはステップS25に移行し、そうでない場合にはステップS26に移行する。

前記ステップS25では、これからの燃料噴射がエンジン始動開始から3回目以降の燃料噴射であるか否かを判定し、8回以降の燃料噴射である場合にはステップS27に移行し、そうでない場合にはステップS28に移行する。

【0056】

前記ステップS27では、クランクシャフト2回転間において、予め設定された所定クランク角度、本実施例では前記図2、図5の図示“6”又は図示“18”のクランクパルスでの吸気圧力を、例えば図示されない吸気圧力記憶部から読込み、両者の吸気圧力差を算出してからステップS29に移行する。

前記ステップS29では、前記ステップS28で算出された吸気圧力差が、例えば行程を或る程度識別できる程度の所定値以上であるか否かを判定し、当該吸気圧力差が所定値以上である場合にはステップS30に移行し、そうでない場合には前記ステップS28に移行する。

【0057】

前記ステップS30では、前記ステップS27で読込まれたクランクシャフト2回転間における所定クランク角度での吸気圧力のうち、何れか小さい方の吸気圧力に基づいて総燃料噴射量を算出してからステップS31に移行する。

一方、前記ステップS28では、前記冷却水温度、つまりエンジン温度を読込

み、例えば冷却水温度が低いほど燃料噴射量を多くするなど、冷却水温度に応じた総燃料噴射量を算出してから前記ステップ S 3 1 に移行する。このステップ S 2 8 或いは前記ステップ S 3 0 で算出する総燃料噴射量とは、本来、1 サイクル、つまりクランクシャフト 2 回転に一回、吸気行程の前に噴射すればよい燃料噴射量を意味している。従って、行程が既に検出され、吸気行程前に冷却水温度対応燃料噴射量を 1 回だけ噴射すれば、エンジンは冷却水温度、即ちエンジン温度に応じて適切に回転する。

#### 【 0 0 5 8 】

前記ステップ S 3 1 では、前記ステップ S 3 0 で設定された総燃料噴射量の半分を今回の燃料噴射量に設定すると共に、各回転毎、つまりクランクシャフト一回転毎に、所定のクランク角度、本実施形態では前記図 2、図 5 の図示 “1 0” 又は図示 “2 2” のクランクパルス立下がり時を燃料噴射時期に設定してからステップ S 3 2 に移行する。

#### 【 0 0 5 9 】

前記ステップ S 3 2 では、前記燃料噴射回数カウンタ “1” としてからメインプログラムに復帰する。

一方、前記ステップ S 2 4 では、前回の燃料噴射が吸気行程の直前か否かを判定し、前回の燃料噴射が吸気行程の直前である場合にはステップ S 3 3 に移行し、そうでない場合にはステップ S 2 6 に移行する。

#### 【 0 0 6 0 】

前記ステップ S 2 6 では、前回の燃料噴射量を今回の燃料噴射量に設定すると共に、前記ステップ S 3 1 と同様に、各回転毎、つまりクランクシャフト一回転毎に、所定のクランク角度を燃料噴射時期に設定してからステップ S 3 4 に移行する。

前記ステップ S 3 4 では、前記燃料噴射回数カウンタ “0” としてからメインプログラムに復帰する。

#### 【 0 0 6 1 】

また、前記ステップ S 3 3 では、目標空燃比、シリンダ内空気質量、吸気圧力に応じた通常運転時の燃料噴射量及び燃料噴射時期を設定してからステップ S 3

5に移行する。具体的には、例えば前記シリンダ内空気質量算出部28で算出されたシリンダ内空気質量を前記目標空燃比算出部33で算出された目標空燃比で除すことで、シリンダ内必要燃料質量を得ることができるので、これに例えばインジェクタ13の流量特性を乗じて燃料噴射時間を求めることができ、これから燃料噴射量及び燃料噴射時期を算出することができる。

#### 【0062】

前記ステップS34では、前記燃料噴射回数カウンタ“0”としてからメインプログラムに復帰する。

この演算処理では、前記クランクタイミング検出部27による行程検出が未完了であるとき（運転モード“3”）には、本来、1サイクルに一回、吸気行程の前に噴射すればエンジンを適切に回転させることができる総燃料噴射量の半分を、クランクシャフト一回転毎の一度、所定のクランク角度で噴射することにより、後述するように、エンジンの始動時、クランキング開始から最初の吸気行程で必要な燃料の半分しか吸気されない可能性があるが、圧縮上死点又はその近傍で点火すれば、弱いながらも、確実に爆発を得てエンジンを始動することが可能となる。勿論、クランキング開始から最初の吸気行程で必要な燃料が吸気される場合、つまりクランクシャフト一回転毎に一度噴射された燃料を二回分吸気することができた場合には、十分な爆発力を得て確実にエンジンを始動することが可能である。

#### 【0063】

また、行程が検出された場合であっても、前回の燃料噴射が吸気行程の直前でない場合、例えば排気行程以前である場合には、未だ、前記必要な燃料噴射量の半分しか、噴射されていないので、もう一度、前回と同じ燃料噴射量を噴射するようにすることで、次の吸気行程には必要な燃料が吸気され、十分な爆発力を得てエンジンを運転することができる。

#### 【0064】

更に、前記行程検出が未完了であるとき、クランクシャフト2回転間における予め設定された所定クランク角度、具体的には前記図2、図5の図示“6”又は図示“18”のクランクパルスでの吸気圧力、つまり吸気行程か若しくは膨張行

程の吸気圧力を読み込み、両者の吸気圧力差を算出する。前述のように、スロットルバルブがいきなり大きく開かれていなければ、吸気行程の吸気圧力と膨張行程の吸気圧力とでは相応の圧力差があるので、前記算出された吸気圧力差が、前記行程検出可能な程度の所定値以上であるときには、そのうちの何れか小さい方の吸気圧力が吸気行程の吸気圧力であるとし、その吸気圧力、即ち或る程度スロットル開度に応じた吸気圧力に応じて総燃料噴射量を設定することにより、スロットル開度に応じたエンジン回転上昇を得ることが可能となる。

#### 【0065】

一方、前記クランクシャフト2回転間における所定クランク角度での吸気圧力差が所定値未満か、若しくは始動開始直後の燃料噴射時には、冷却水温度、即ちエンジン温度に応じた総燃料噴射量を設定することにより、少なくともフリクションに抗して確実にエンジンを回転始動させることが可能となる。

なお、本実施形態では、前記図10の演算処理に先立って、前述した運転モード“1”でクランクパルスに仮番号がナンバリングされた時点で、クランクパルスとは非同期に一定量の燃料を噴射する始動時非同期噴射が行われる。

#### 【0066】

前記点火時期算出部31では、図11に示す演算処理に従って、エンジン始動時並びに通常運転時の点火時期を算出設定する。この図11の演算処理は、前記クランクパルスの入力をトリガとして実行される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、演算処理によって得られた情報は随時記憶装置に更新記憶され、また演算処理に必要な情報やプログラムは随時記憶装置から読出される。

#### 【0067】

この演算処理では、まずステップS41で、前記行程検出許可部29から出力されている行程検出情報を読み込む。

次にステップS42に移行して、前記クランクタイミング検出部27による行程検出が未完了である（運転モード“3”）か否かを判定し、行程検出未完了である場合にはステップS47に移行し、そうでない場合にはステップS44に移行する。



## 【0068】

前記ステップS47では、例えばエンジン始動時、クランキング開始から初爆による爆発力を得る以前であって、エンジン回転数が低く、不安定であるとして始動初期点火時期をクランクシャフト1回転毎に、上死点（圧縮、排気を問わない）、即ち前記図2又は図5の図示“0”又は図示“12”のクランクパルス立下がり時±クランクシャフト回転角度10°に設定してからメインプログラムに復帰する。なお、±クランクシャフト回転角度10°とは、電氣的、或いは機械的な応答性を加味したもので、実質的には前記図2又は図5の図示“0”又は図示“12”のクランクパルス立下がりと同時に点火を行う。

## 【0069】

前記ステップS44では、前記エンジン回転数の平均値が所定値以上か否か、当該エンジン回転数の平均値が所定値以上である場合にはステップS48に移行し、そうでない場合には前記ステップS46に移行する。

前記ステップS46では、例えばエンジン始動時、初爆による爆発力を得た以後であって、エンジン回転数が或る程度高い（しかもエンジン回転数は安定していない）として始動後期点火時期を1サイクルに一回、圧縮上死点前、進角側10°、即ち図12の図示“0”のクランクパルス立上がり時±クランクシャフト回転角度10°に設定してからメインプログラムに復帰する。なお、±クランクシャフト回転角度10°とは、電氣的、或いは機械的な応答性を加味したもので、実質的には前記図2又は図5の図示“0”又は図示“12”のクランクパルス立上がりと同時に点火を行う。

## 【0070】

前記ステップS48では、行程1サイクルに一回の通常点火時期設定を行ってからメインプログラムに復帰する。例えば、一般に、通常の点火では、上死点よりも少し進角側で最もトルクフルになるから、その点火時期を中心として、吸気圧力に反映される運転者の加速意思に応じて点火時期を調整するようにする。

この演算処理では、行程検出未完了の初爆以前のクランキング開始時、即ち始動初期には、前記クランクシャフト1回転毎の燃料噴射と合わせて、確実にエンジンを回転始動させるためにクランクシャフト1回転毎に上死点近傍を点火時期

としてエンジンの逆回転を防止する。また、行程が検出されてからも、エンジン回転数が所定値以上となるまでは、比較的トルクフルな圧縮上死点前、進角側  $10^{\circ}$  近傍を始動後期点火時期に設定することにより、エンジン回転数を高めに安定させる。

#### 【0071】

このように本実施形態では、吸気圧力及びエンジンの運転状態から、予め記憶されたシリンダ内空気質量三次元マップに従って、シリンダ内空気質量を算出すると共に、当該吸気圧力及びエンジンの運転状態から、予め記憶された目標空燃比マップに従って、目標空燃比を算出し、シリンダ内空気質量を目標空燃比で除すことにより、燃料噴射量を算出することができるので、制御を容易且つ正確なものとすると共に、シリンダ内空気質量マップは計測し易く、目標空燃比マップは設定し易いため、マップ作成が容易になる。また、エンジン負荷を検出するためのスロットル開度センサやスロットルポジションセンサなどのスロットルセンサが不要である。

#### 【0072】

また、吸気圧力から加速状態や減速状態などの過渡期であることを検出し、目標空燃比を補正することにより、加速時や減速時でのエンジンの出力特性を、単に目標空燃比マップに従って設定されるものから、運転者が要求するもの或いは運転者の感覚に近いものに変更することができる。

また、クランクシャフトの位相からエンジンの回転数を検出することにより、エンジン回転数を容易に検出できると共に、例えばカムセンサに代えてクランクシャフトの位相から行程状態を検出するようにすれば、高価で大がかりなカムセンサをなくすることができる。

#### 【0073】

このようにカムセンサを用いない本実施形態では、クランクシャフトの位相や行程検出が重要である。しかしながら、クランクパルスと吸気圧力とだけから行程検出を行う本実施形態では、最低でも、クランクシャフトが二回転しないと行程を検出することができない。ところが、エンジンが停止されるのは、どの行程か、分からない。つまり、どの行程からクランキングが開始されるかは、分から

ないのである。そこで、本実施形態では、クランキング開始から行程が検出されるまでの間、前記クランクパルスを用いて、クランクシャフト1回転毎に所定クランク角度で燃料噴射すると共に同じくクランクシャフト1回転毎に圧縮上死点近傍で点火を行う。また、行程が検出されてからは、スロットル開度に応じた目標空燃比を達成可能な燃料噴射を、1サイクルに一回行うが、エンジン回転数が所定値以上となるまでは、前記クランクパルスを用いて、トルクの出易い圧縮上死点前、進角側10°近傍で点火を行う。

#### 【0074】

このように、本実施形態では、行程が検出されるまでは、クランクシャフト1回転毎に所定クランク角度で燃料噴射すると共に同じくクランクシャフト1回転毎に圧縮上死点近傍で点火を行うことにより、弱くても、確実な初爆を得ることができると共に、エンジンの逆回転を防止することができる。つまり、初爆が得られる以前に、圧縮上死点よりも進角側で点火を行うと、エンジンが逆回転する可能性がある。また、行程が検出されてからは、1サイクルの一回、燃料噴射と点火を行う。この点火に際しては、圧縮上死点前、進角側10°近傍で行うことにより、エンジン回転数を速やかに立ち上げることができる。

#### 【0075】

もし、行程検出前に、1サイクルに一回、つまりクランクシャフト2回転に一回、燃料噴射と点火を行うと、燃料噴射が吸気後であったり、点火が圧縮上死点でなかったりしたときに、確実な初爆が得られない。つまり、エンジンが滑らかに始動する場合と始動しない場合とが発生する。また、行程検出後に、クランクシャフトの1回転に一回、燃料噴射を行うと、エンジン回転数の使用領域が高い二輪車両では、燃料を噴射し続けなければならなくなってしまう。また、行程検出後も、クランクシャフトの1回転に一回、点火し続けるのは、エネルギーの無駄である。

#### 【0076】

また、エンジン回転数差による行程検出と吸気圧力差による行程検出とを同時に行い、双方の行程検出結果が同じであるときに行程検出を完了するようにしたため、信頼性の低さを互いに補い合い、信頼性の高い行程検出が可能となる。

図 1 3 は、排気上死点からセルモータによってエンジン回転始動したときのクランクパルス（番号だけを記載）、運転モード、噴射パルス、点火パルス、吸気圧力、エンジン回転数の経時変化を示したものである。また、このシミュレーションの前記各行程検出カウンタ  $CNT_N$ 、 $CNT_P$  のカウントアップ所定値  $CNT_{N0}$ 、 $CNT_{P0}$  は“2”とする。回転開始直後のクランクパルス番号は、単なるカウント値であり、本実施形態では、クランクパルスを 5 つ検出した時点で運転モード“1”とする。運転モードが“1”となったら、クランクパルスには、仮番号“仮 0、仮 1、…”をナンバリングし、歯抜け部が検出された時点で運転モードが“2”となる。運転モードが“2”となったら、歯抜け部の次のクランクパルスを“6”とナンバリングする。前述のようにクランクパルス番号“6”は、爆発後の下死点に付けるべき番号であるが、ここでは未だ行程が検出されていないので、このナンバリングが仮の行程ということになる。本実施形態では、排気上死点からエンジンを回転始動するため、この最初のクランクパルス番号“6”のナンバリングは間違っている。また、歯抜け部が二回連続して検出された場合、初爆又は完爆を検出したら運転モードを“3”とする。

#### 【0077】

一方、本実施形態では、前述のように運転モード“1”のときにクランクパルスに仮番号がナンバリングされたら、前述した始動時非同期噴射によって一定量の燃料が噴射される。また、前述の燃料噴射量及び燃料噴射時期設定の演算処理により、行程が未検出のとき（運転モード“2”又は“3”）にはクランクシャフト一回転に一度、所定のクランク角度で、具体的にはクランクパルス番号“7”又は“19”のときに、1 サイクルに必要な燃料量の半分ずつを噴射する。また、前記点火時期設定の演算処理により、行程検出が完了されていないとき（運転モード“2”又は“3”）にはクランクシャフト一回転に一度、所定のクランク角度で、具体的にはクランクパルス番号“0”又は“12”のときに点火されるように点火パルスを発生する（具体的には点火パルスが立ち下がるときに点火する）。従って、前記始動時非同期噴射による燃料がクランクシャフト一回転目の吸気行程で燃焼室内に吸入され、次の圧縮上死点での点火によって初爆し、これによりエンジンが回転始動する。これにより、エンジン回転数は前記行程検出

許可所定回転数以上となり、行程検出が許可される。但し、未だエンジンの回転は不安定であり、安定したアイドリング状態には至っていない。

#### 【0078】

前記運転モードが“3”に設定されて以後、各下死点でエンジン回転数差 $\Delta N$ による行程検出と吸気圧力差 $\Delta P$ による行程検出とが行われるが、エンジン回転数も吸気圧力も不安定なため、なかなか行程を検出できない。その後、三回目の下死点でエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記吸気行程後エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{IN}$ 以下となり、仮の行程と検出された行程とが異なるためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“2”にセットされ、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が“1”にインクリメントされる。そして、次の四回目の下死点でもエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記排気行程前エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{IN}$ 以下となり、仮の行程と検出された行程とが異なるためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“2”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ は“2”にインクリメントされ、カウントアップする。この四回目の下死点で、吸気圧力差 $\Delta P$ が前記排気行程前吸気圧力差閾値 $\Delta P_{EX}$ 以上となり、仮の行程と検出された行程とが異なるために吸気圧力差行程検出フラグ $F_P$ は“2”にセットされ、吸気圧力差行程検出カウンタ $CNT_P$ が“1”にインクリメントされる。この結果、運転モードが“4”に設定され、クランクパルスのナンバリングを $360^\circ$ 位相ずらしして真の行程が検出され、行程検出が完了する。

#### 【0079】

これに対し、図14は、圧縮上死点からエンジンを回転始動したときのクランクパルス（ナンバリング）、運転モード、噴射パルス、点火パルス、吸気圧力、エンジン回転数の経時変化を示したものである。回転開始直後のナンバリングや運転モードの設定、或いは燃料噴射量及び燃料噴射時期設定や点火時期設定は、前記図12と同様である。なお、運転モードが“2”となった後の、歯抜け部の次のクランクパルス“6”は爆発後の下死点であるので、仮の行程と真の行程とは一致している。また、このシミュレーションでは、圧縮上死点からエンジン回転始動しているので、前記始動時非同期噴射による燃料及びクランクシャフト二回転目の始動時同期噴射による燃料が同じくクランクシャフト二回転目の吸気行

程で燃焼室内に吸入され、クランクシャフト三回転目の圧縮上死点での点火によって初爆し、これによりエンジンが回転始動する。また、それより以前に、セルモータによって回転始動されるエンジン回転数は前記行程検出許可所定回転数以上となり、行程検出が許可される。但し、未だエンジンの回転は不安定であり、安定したアイドリング状態には至っていない。

#### 【0080】

このシミュレーションでも、運転モードが“3”に設定されて以後、各下死点でエンジン回転数差 $\Delta N$ による行程検出と吸気圧力差 $\Delta P$ による行程検出とが行われる。このシミュレーションでは、運転モード“3”設定後、最初の下死点でエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記排気行程前エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{EX}$ 以上となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされ、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が“1”にインクリメントされる。そして、次の二回目の下死点でもエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記吸気行程後エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{IN}$ 以下となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ は“2”にインクリメントされ、カウントアップする。すると、エンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ が“1”にセットされた状態でエンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ がカウントアップしたため、仮の行程検出が完了したものとする。

#### 【0081】

その後の下死点でも、エンジン回転数差 $\Delta N$ が前記排気行程前エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{EX}$ 以上となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ が“3”にインクリメントされ、次の下死点でもエンジン回転数差 $\Delta N$ が前記吸気行程後エンジン回転数差閾値 $\Delta N_{IN}$ 以下となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているためにエンジン回転数差行程検出フラグ $F_N$ は“1”にセットされたままとなり、エンジン回転数差行程検出カウンタ $CNT_N$ は“4”にインクリメントされる。同時に、この下死点で、

吸気圧力差  $\Delta P$  が前記吸気行程後吸気圧力差閾値  $\Delta P_{IN}$  以下となり、仮の行程と検出された行程とが一致しているために吸気圧力差行程検出フラグ  $F_p$  は “1” にセットされ、吸気圧力差行程検出カウンタ  $CNT_p$  が “1” にインクリメントされる。この結果、運転モードが “4” に設定され、クランクパルスのナンバリングをそのまま継続して真の行程が検出され、行程検出が完了する。

#### 【0082】

なお、前記実施形態では、吸気管内噴射型エンジンについて詳述したが、本発明のエンジン制御装置は、気筒内噴射型エンジン、所謂直噴型エンジンにも同様に展開できる。

また、前記実施形態では、単気筒エンジンについて詳述したが、本発明のエンジン制御装置は、気筒数が2気筒以上の、所謂マルチシリンダ型エンジンについても同様に展開できる。

#### 【0083】

エンジンコントロールユニットは、マイクロコンピュータに代えて各種の微分回路で代用することも可能である。

#### 【0084】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明のエンジン制御装置によれば、吸気圧力の変動から行程を検出すると共にエンジン回転数の変動からも行程を検出し、夫々の検出された行程が一致したときに行程検出を完了する構成としたため、エンジンの運転状態に応じて行程検出方法を選択する面倒がなく、信頼性の低さを互いに補うことができるので、検出された行程の信頼性も高い。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

オートバイ用のエンジン及びその制御装置の概略構成図である。

##### 【図2】

図1のエンジンでクランクパルスを送出する原理の説明図である。

##### 【図3】

本発明のエンジン制御装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図 4】

図 3 の行程検出許可部で行われる演算処理を示すフローチャートである。

【図 5】

クランクシャフトの位相と吸気圧力から行程状態を検出する説明図である。

【図 6】

図 3 のクランクタイミング検出部で行われる演算処理を示すフローチャートである。

【図 7】

シリンダ内空気質量算出部に記憶されたシリンダ内空気質量算出のためのマップである。

【図 8】

目標空燃比算出部に記憶された目標空燃比算出のためのマップである。

【図 9】

過渡期補正部の作用説明図である。

【図 1 0】

図 3 の燃料噴射量算出部で行われる演算処理を示すフローチャートである。

【図 1 1】

図 3 の点火時期算出部で行われる演算処理を示すフローチャートである。

【図 1 2】

図 1 0 で設定される点火時期の説明図である。

【図 1 3】

図 3 の演算処理によるエンジン始動時の作用説明図である。

【図 1 4】

図 3 の演算処理によるエンジン始動時の作用説明図である。

【符号の説明】

1 はエンジン

3 はクランクシャフト

4 はピストン

5 は燃焼室

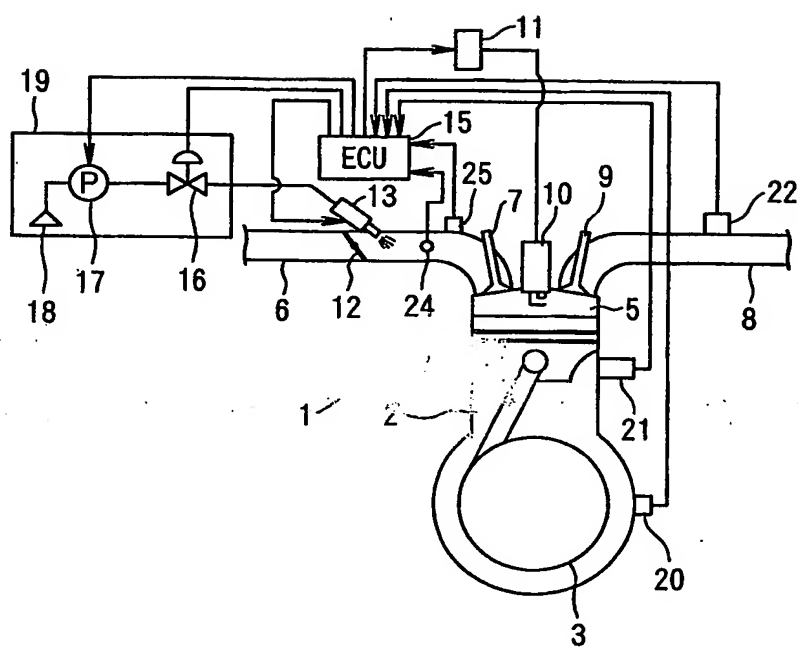


- 6 は吸気管
- 7 は吸気バルブ
- 8 は排気管
- 9 は排気バルブ
- 1 0 は点火プラグ
- 1 1 は点火コイル
- 1 2 はスロットルバルブ
- 1 3 はインジェクタ
- 1 5 はエンジンコントロールユニット
- 1 6 は圧力制御バルブ
- 1 7 は燃料ポンプ
- 2 0 はクランク角度センサ
- 2 1 は冷却水温度センサ
- 2 3 は歯
- 2 4 は吸気圧力センサ
- 2 5 は吸気温度センサ
- 2 6 はエンジン回転数算出部
- 2 7 はクランクタイミング検出部（行程検出手段）
- 2 8 はシリンダ内空気質量算出部
- 2 9 は行程検出許可部
- 3 0 は噴射パルス出力部
- 3 1 は点火時期算出部
- 3 2 は点火パルス出力部
- 3 3 は目標空燃比算出部
- 3 4 は燃料噴射量算出部

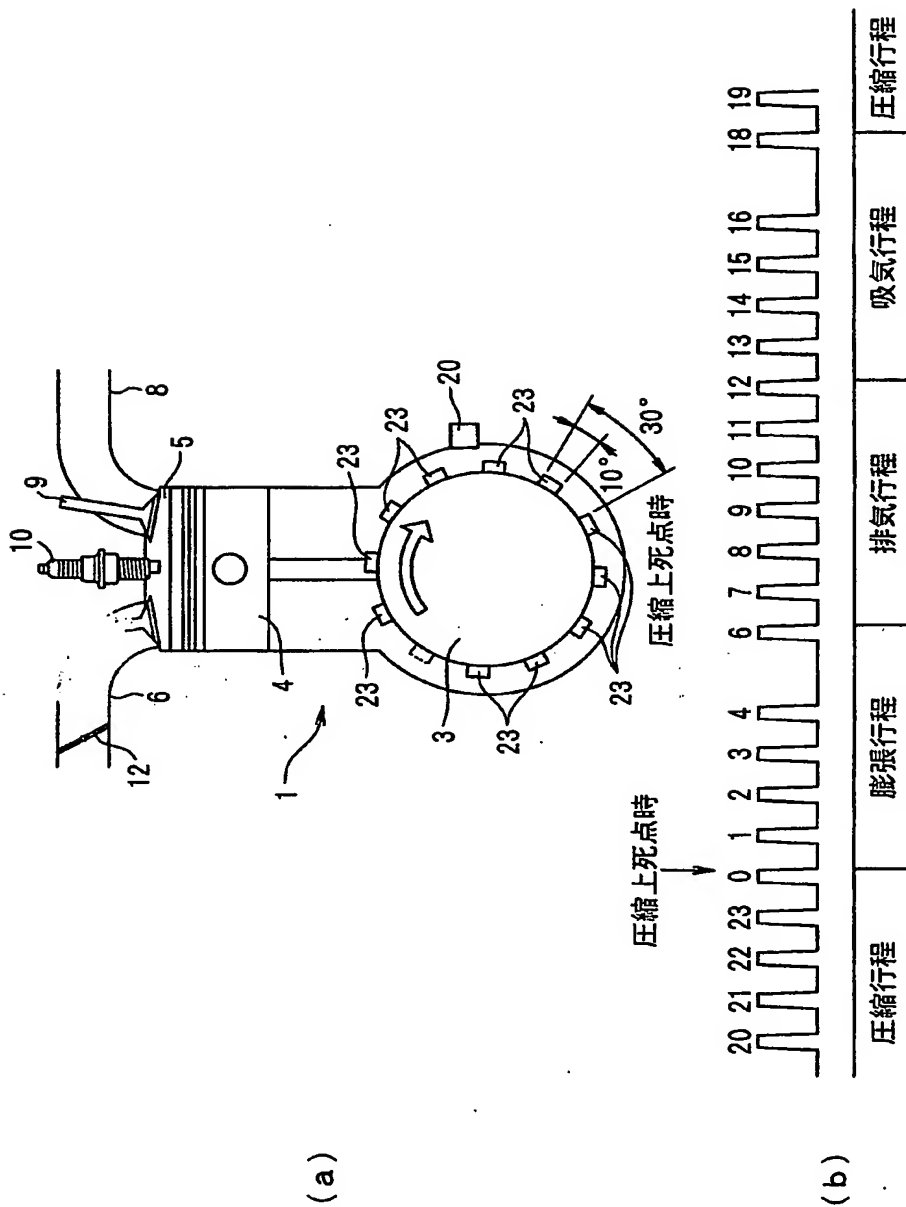
【書類名】

図面

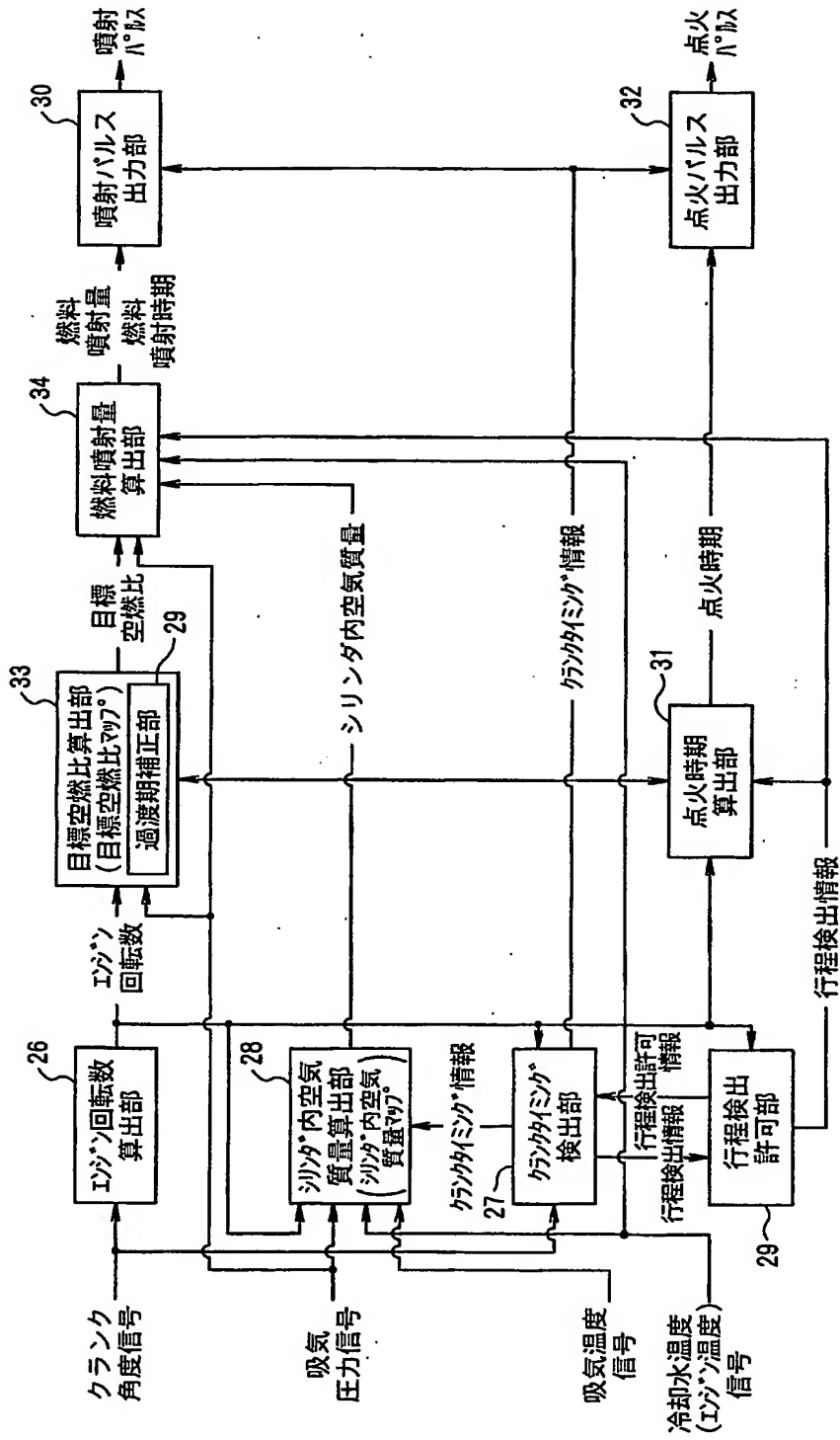
【図 1】



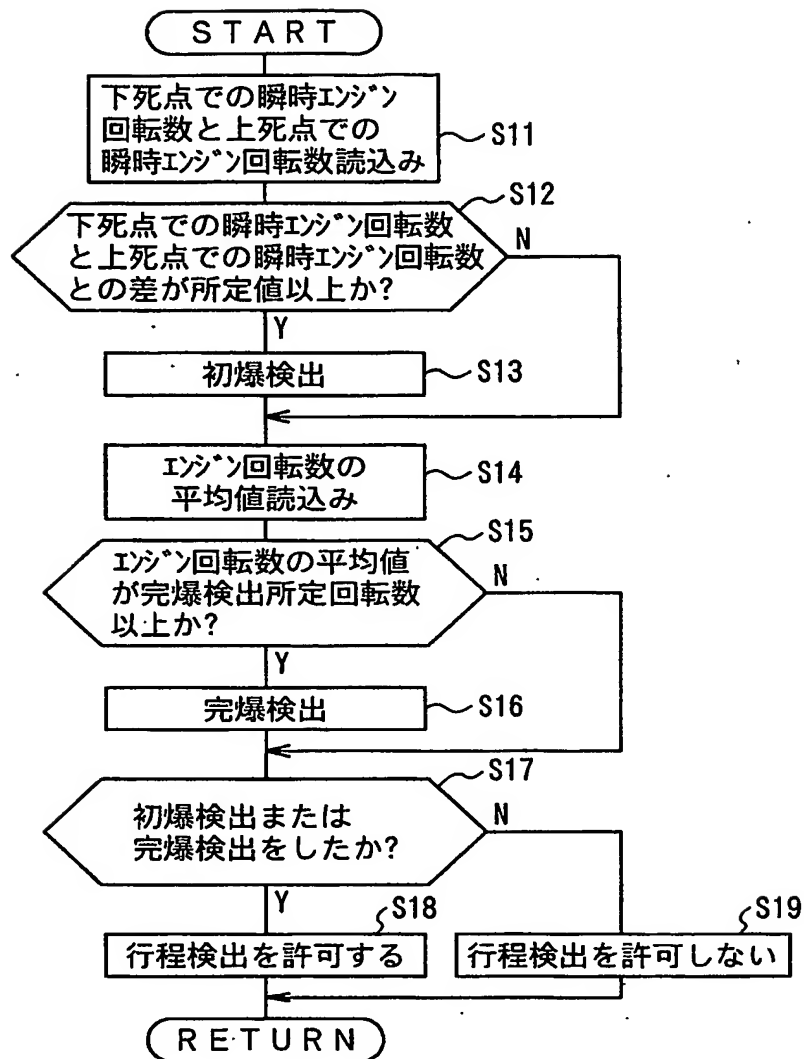
【图 2】



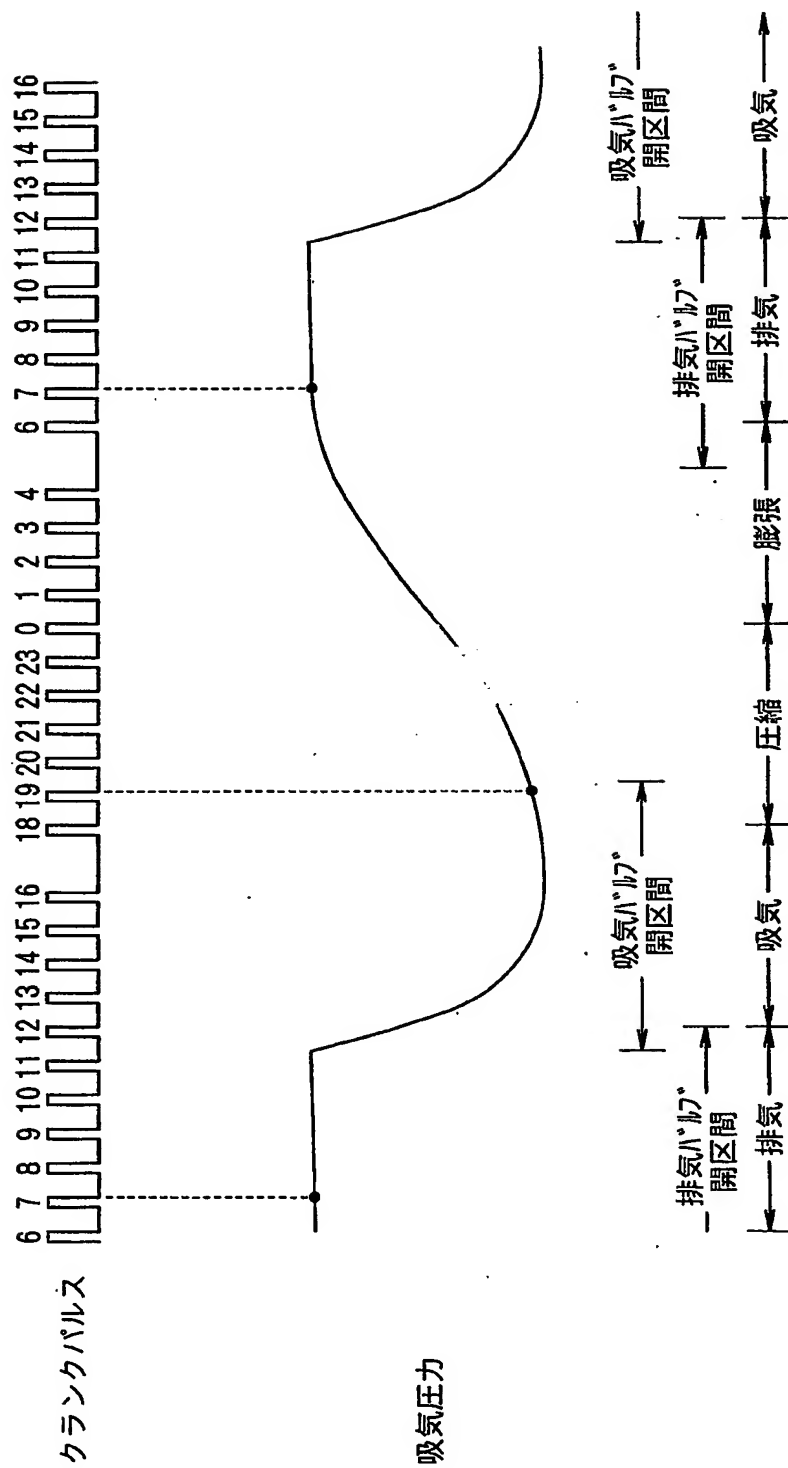
【図 3】



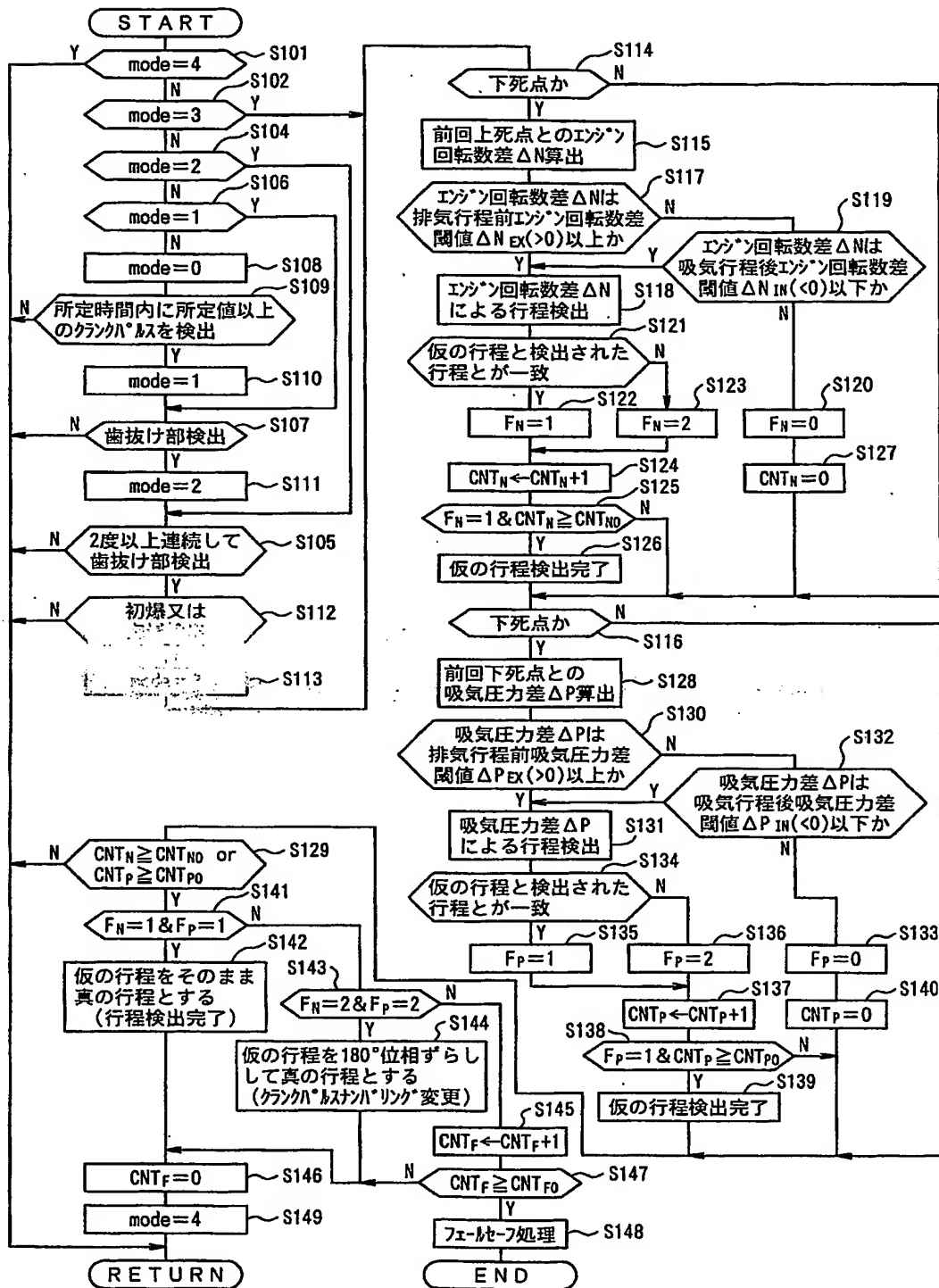
【図 4】



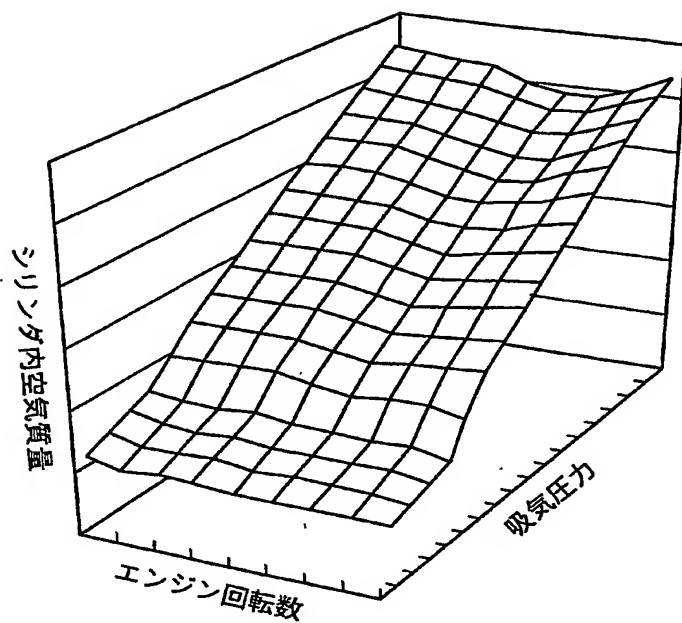
【図 5】



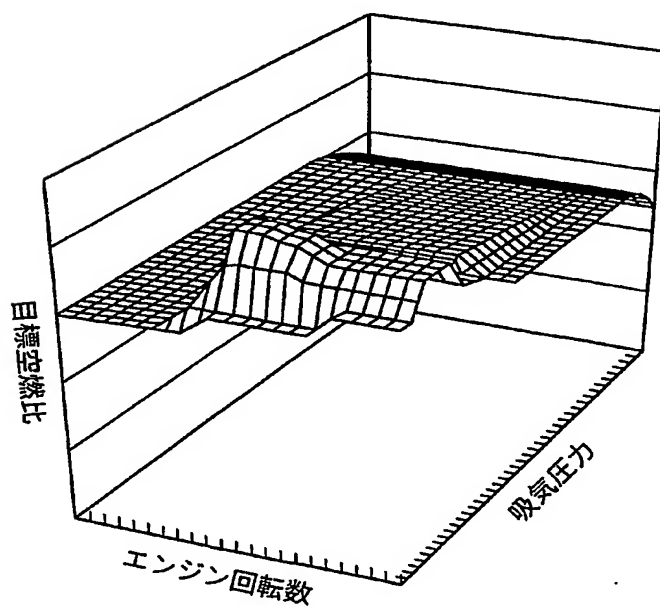
【図 6】



【図 7】

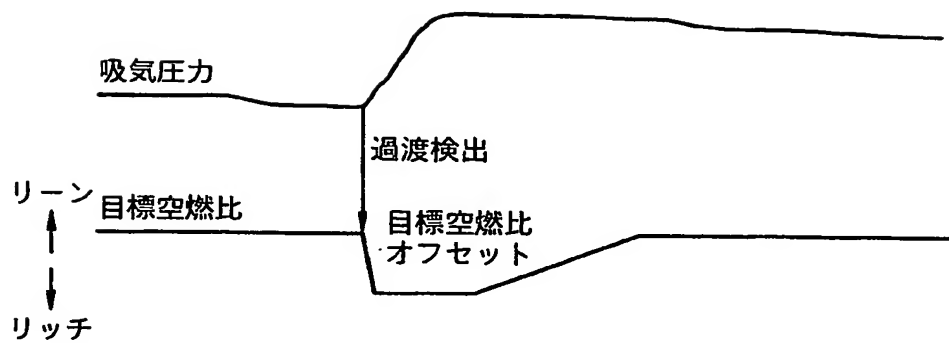


【図 8】

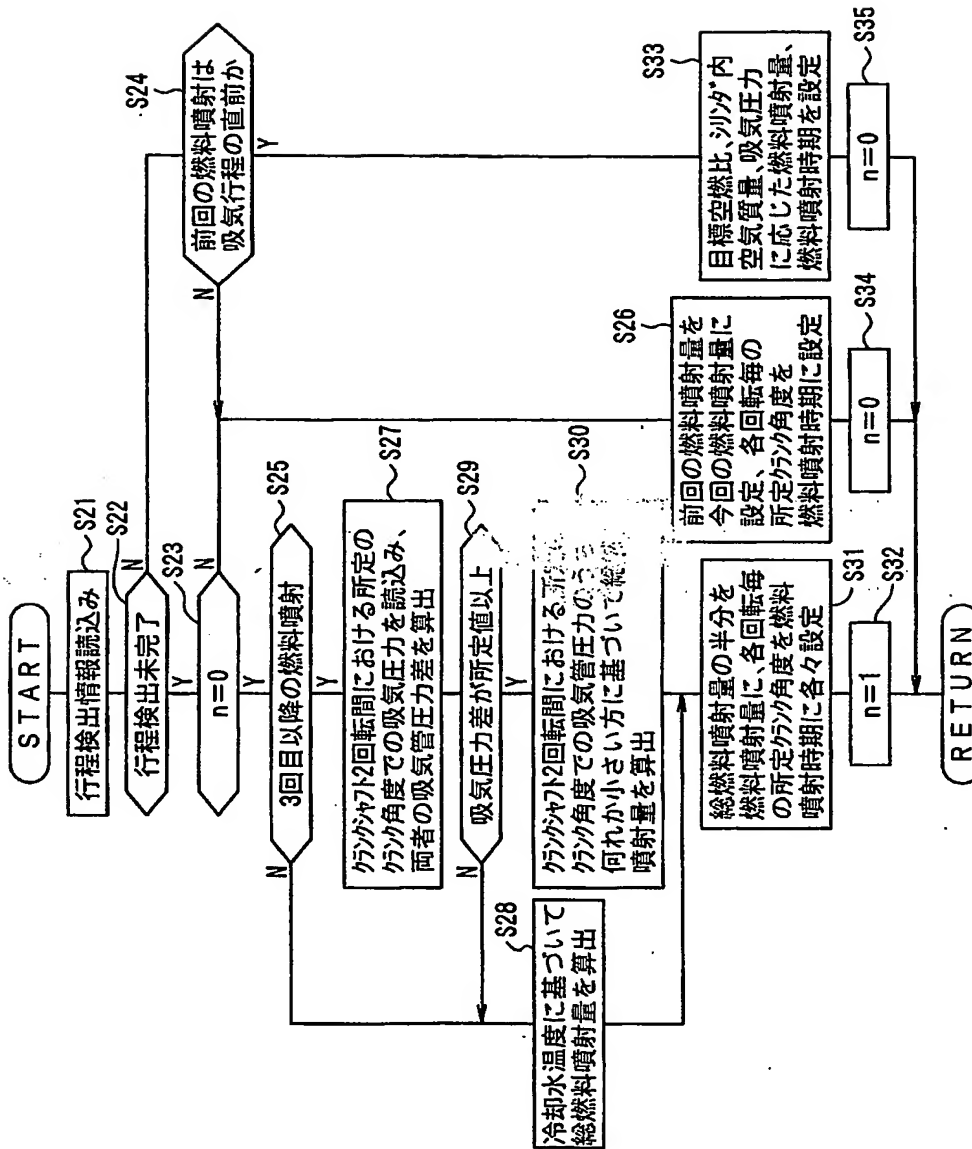




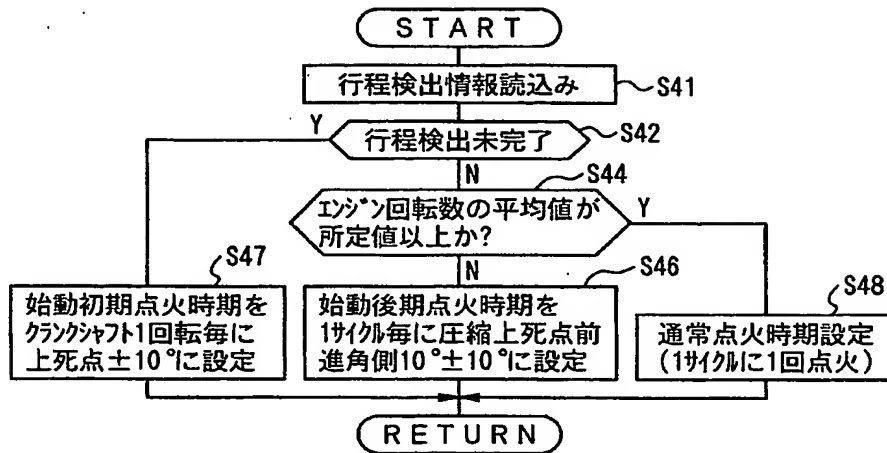
【図 9】



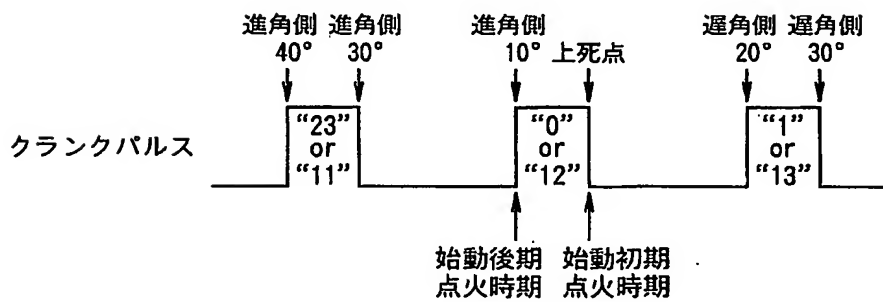
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】







【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クランクパルスだけでは行程が分からないエンジン始動時に確実に行程を検出する。

【解決手段】 上死点に対する下死点のエンジン回転数差 $\Delta N$ から行程を検出し、行程未検出時の仮の行程と検出された行程とが一致しているときと異なるときとでフラグ $F_N$ を変え、同時に下死点間の吸気圧力差 $\Delta P$ からも行程を検出し、仮の行程と検出された行程とが一致しているときと異なるときとでフラグ $F_P$ を変え、双方のフラグ $F_N$ 、 $F_P$ が一致しているときに行程検出を完了する。仮の行程と検出された行程とが異なるときには、行程を $360^\circ$ 位相ずらしすると共にクランクパルスのナンバリングを変更する。

【選択図】 図6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000010076]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 静岡県磐田市新貝2500番地  
氏 名 ヤマハ発動機株式会社